

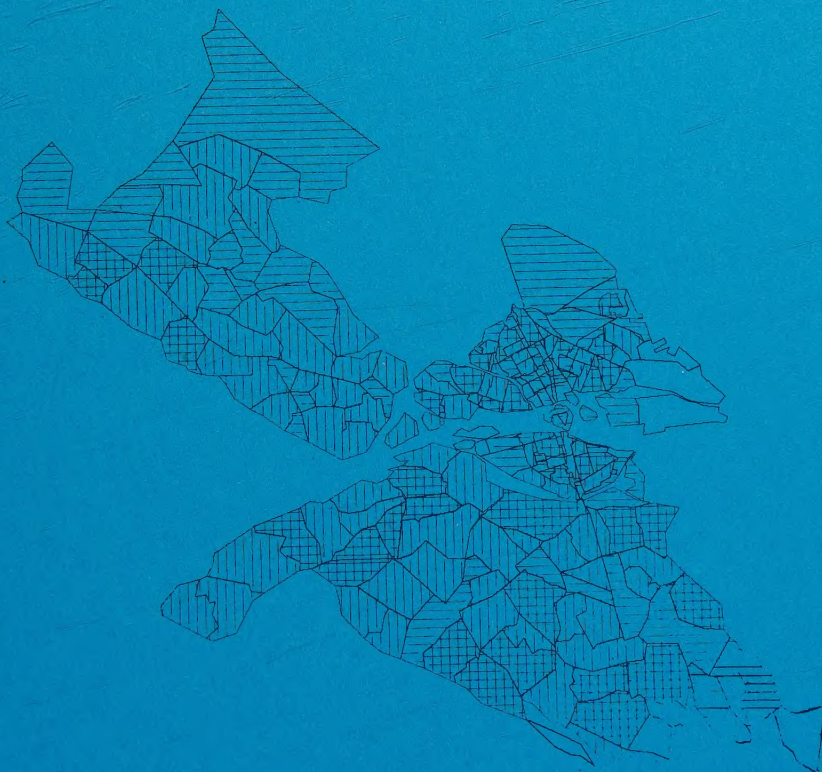
Lunds 1971

INSTITUTIONEN FÖR

BYGGNADSFUNKTIONSLÄRA

TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND SEKTIONEN FÖR ARKITEKTUR

ARBETSRAPPORT 6 1971



GRAFISK INFORMATIONSBEHANDLING I BEBYGGELSEPLANERING
NULÄGE OCH FRAMTIDSUTSIKTER

LENNART AXEL BERGSTRÖM

INLEDNING OM DATATEKNIKEN

Begrepp

Många arbetsuppgifter inom samhälls- och byggnadsplanering kommer att ändras och omprövas med den nya datatekniken. Nya ord och begrepp dyker upp. Beskrivningar av arbetsmetoder och resultat innehåller datatekniska facktermer, utan förklaringar. Litteratur om datatekniken finns alltifrån enkla fickböcker till omfattande arbeten i informationsbehandling.

Samhälls- och byggnadsplaneringen uppvisar en rik blandning av verbala, grafiska och numeriska metoder. Variationen är stor när det gäller tillförlitlighet i metoder och klarhet i begrepp. Allmänna begrepp, som t.ex. översikts- eller detaljplanering, byggnadsprogram eller projektering används ofta utan att förklaras. Datateknikens facktermer är ofta okända för många forskare, arkitekter och planerare. I en tvärvetenskaplig verksamhet med nya eller ovana kombinationer är kommunikationsproblemen ofta en stötesten. Kombinationen grafisk informationsbehandling och bebyggelseplanering är ett tydligt exempel.

Här lämnas en kortfattad förklaring till begrepp inom datatekniken.

Med informationsbehandling avses främst de formaliserade processer och metoder för behandling av information som utförs genom en automatisk databehandling med datamaskin. Symboler som bär eller representerar information kallas data. En datamaskin kallas även dator eller datamat. Den består vanligtvis av en styrenhet som styr enheter för inläsning, lagring, bearbetning och utskrivning av data. Instruktioner för bearbetningar ges med dataprogram som lagras i datamaskinen på samma sätt som de data som skall bearbetas. Det innebär att maskinen byggs kring ett centralt minne för information som rymmer både data och dataprogram.

Ett dataprogram skrivs i olika generella programmeringsspråk (FORTRAN, ALGOL, COBOL) vilka i regel kan användas på olika datamaskiner och som täcker många områden för teknisk vetenskaplig och/eller administrativ databehandling. Speciella programmeringsspråk finns för t.ex. simulering (GPSS, SIMULA), matrisräkning (MATLAN) och listbehandling (SNOBOL, LISP).



Utöver programmeringsspråken finns även maskinspråk (ASSEMBLER) som normalt är snabbare men mindre flexibla och mera mödosamma att skriva.

Data och dataprogram kan lagras i maskinläsbar form på hållremsa, hållkort, magnetband, skivminne eller trumminne. Utvecklingen av optiska läsare kommer att medge att data från vanliga formulär och blanketter kan användas.

En grafisk informationsbehandling baseras på processer och metoder att bearbeta grafisk information med koordinatsatta data. Punkter, linjer och ytor definieras numeriskt med koordinater.

Data från kartor och ritningar överförs till maskinläsbar form när de koordinatsätts med hjälp av koordinatläsare (eller linjeföljare) som skriver punkters och linjers XY-koordinater på hållremsa, hållkort eller magnetband.

Kostnader för lagringen av data ökar i regel när man eftersträvar kortare åtkomsttider för data. Snabbt tillgängliga data minskar beräkningskostnaderna och kan uppväga lagringskostnaderna.

Resultatet från en databehandling eller körning presenteras vanligtvis i tabellform på en radskrivare. Det är en skrivmaskin som skriver ut information från en datamaskin. Radskrivaren skriver vanligtvis på papper med 131 separata tecken per rad, ca 60 rader/sida, 500 - 1000 rader/min.

Om man i stället för teckenorienterad önskar en linjeorienterad grafisk redovisning av resultaten finns automatiska ritmaskiner. Både radskrivare och ritmaskiner utför bilder med hjälp av koordinatsatta punkter, linjer och ytor. Det finns många olika typer av ritmaskiner med mycket varierande rithastighet.

En plotter, (eller XY-skrivare), ritar mekaniskt med en penna på papper. En analog plotter ritar linjer i alla riktningar medan en inkremental plotter ritar linjer stegvis med ett begränsat antal riktningar för varje steg. En mikrofilmplotter (eller kurvskrivare), ritar med en elektronstråle på ett bildrör som mikrofilmas. Mikrofilmen kan förstöras och kopieras på papper. Intensiteten på strålen ändras under programkontroll för att ge varierande linjebredd eller gråton. En grafisk bildskärm har ett bildrör

där bilden kan ses med blotta ögat, jämför en televisionsskärm. En bläckskrivare sprutar bläck på papper på en snabbt roterande trumma. Den arbetar ungefär som den apparat som bränner elektrostenciler.

Beräkningar med datamaskin sker vanligtvis satsvis i en bestämd ordning och i ett sammanhang. I interaktiv form kan nyttjaren påverka och styra beräkningsarbetet under pågående databehandling genom nya instruktioner.

En interaktiv grafisk bildskärm medför att beräkningsarbetet och bildframställning kan styras från ett tangentbord och/eller en ljuspenna ansluten till bildskärmen. Tangentborden kan vara av två typer dels ett funktions-tangentbord vars tangenter ges olika betydelse av användaren, dels ett alfanumeriskt tangentbord som består av standardtecken som används för all databehandling. Ljuspennan har här samma funktion som en koordinatläsare, d.v.s. att överföra punkter och linjer till XY-koordinater. Ljuspennan kan även användas för att identifiera bildelement som genererats av en viss datamängd.

Datamaskiner i Sverige

Den utveckling av datamaskiner som skett huvudsakligen under 1960-talet erbjuder nya möjligheter för att förändra den värld vi lever i.

På 20 år har databehandlingen vunnit intrång i privat, kommunal och statlig verksamhet. Efter försök med statliga insatser för finansiering och byggande av en datamaskin (BESK 1953) domineras nu det svenska samhället av amerikanska små, medelstora och stora datamaskiner, c:a 80 % av marknaden varav IBM har 70 %. SAAB:s andel är cirka 7 %. SAAB är den enda svenska tillverkaren av små och medelstora datamaskinsystem, vilka bl.a. levereras till länsförvaltningarna efter stora motsättningar inom den centrala förvaltningen beträffande kriterier för val av datamaskinsystem. Från början föreslogs enbart datamaskiner från IBM, men efterhand blev kritiken så stark att förslaget föll.

Under en mellanperiod 1962-69 har två tillverkare IBM och SAAB, delat på installationer för vad man kan kalla regional databehandling för statsförvaltningen. Därefter övertog SAAB alla länsinstallationer efter ett riksdagsbeslut på regeringens förslag.

När det gäller stora centrala datamaskinsystem är situationen helt annorlunda. SAAB har inte fått leverera utrustning till någon datacentral vid

universitet och högskolor. Kraven på främst teknisk-vetenskaplig databehandling från universiteten har gjort att SAAB:s datamaskiner inte ansetts kunna motsvara dem.

Kraven på stora investeringar i forskning och utveckling har givit en total amerikansk dominans på stora datamaskinsystem i Sverige, främs IBM, för privat, kommunal och statlig verksamhet. Olika datamaskinsleverantörer bygger upp individuella nät av datatjänster. I dag och under de närmaste åren är det fortfarande svårt att kunna köra dataprogram på olika datamaskiner utan ändringar. Det innebär för nyttjare att stora och ibland fullständiga ändringar kan bli nödvändiga. Speciellt gäller det för de delar av ett dataprogram som använder olika ritmaskiner för grafisk redovisning. Det innebär att samma dataprogram inte kan användas ens inom likartade datamaskinsystem som t.ex. Göteborgs datamaskincentral (IBM 360/65) och Stockholms datamaskincentral (IBM 360/75) därför att man bl.a. har olika ritmaskiner.

Det har inte varit några principiella svårigheter att anknyta mindre datamaskiner och terminaler till centralenheter av olika fabrikat. Exempel är det planerade datasystemet för sparbankerna med en centralmaskin från IBM och terminaler med minidatorer från SAAB, och Statens järnvägars biljettbokningssystem med centralmaskin från IBM och terminaler från PHILIPS.

Det har även diskuterats att via telefonnätet eller med en förstärkning koppla samman större centralmaskiner av olika fabrikat. Detta trots att många tekniska problem ännu inte är lösta. Alla dessa tekniska, administrativa samt kommersiella synpunkter har inneburit att nyttjare av större datasystem med terminaler kommit att bli mycket beroende av leverantören av centralmaskinen. Resultatet har blivit för nyttjaren av dessa större system att det även blir svårt att byta leverantör i den fortsatta utvecklingen.

Programmeringsspråk

Programmeringsspråken har utvecklats från helt bundna till en viss datamaskin till att med varierande arbetsinsats fungera inom olika datasystem. FORTRAN, ALGOL, COBOL är de vanligaste generella programmeringsspråken. Kommande generella programmeringsspråk är t.ex. PL 1 och till viss del SIMULA.

Alla större amerikanska datamaskinsystem i Sverige klarar i regel FORTRAN, ALGOL och COBOL. SAAB tillhandahåller ALGOL-GENIUS och FORTRAN installationer, den sista är relativt nya och fungerar ännu inte helt tillfredsställande.

Vid universitet och högskolor dominerar FORTRAN och ALGOL för teknisk-vetenskaplig databehandling. (COBOL används mest för administrativ databehandling.) FORTRAN är det programmeringsspråk som används mest för teknisk- grafisk databehandling. Installationer för PL 1 är så nyligen utvecklade att språket inte allmänt utnyttjas i Sverige.

I USA används PL 1 redan betydligt mer än FORTRAN vid universitet i USA med större datasystem från IBM. ALGOL har aldrig varit så vanligt som FORTRAN. I Sverige håller IBM på att pröva PL 1 i samband med en interaktiv grafisk bildskärm vid Stockholms datamaskincentral.

Trots begränsade erfarenheter av en tillämpning av interaktiv grafisk databehandling ställes krav på bl.a. listhantering, vilket innebär att FORTRAN här inte är lämpligaste dataspråket utan måste kombineras med andra språk. Nyttjare utan möjligheter till eller krav på interaktiv grafisk databehandling kan dock fortsätta att utnyttja programmeringsspråk som FORTRAN och ALGOL.

Nya programmeringsspråk och den snabba utvecklingen som datamaskinerna själva genomgår gör att anpassningen till enskilda fackområdets problem inte är något som kan klaras av en gång för alla.

Litteratur om datateknik

- Annerstedt, J.: Datorer och politik, Lund 1970.
Boguslaw, R.: The new utopians, Englewood Cliffs, USA 1965.
Dopping, O.: Datamaskiner och databehandling, Lund 1969.
Dopping, O.: Kort och brett om ADB, Lund 1969.
Johannesson, O.: Sagan om den stora datamaskinen, Stockholm 1966.
Langefors, B.: Introduktion till informationsbehandling, Lund 1968.
Naur, P.: Datamaskinerna och samhället, Kristianstad 1969.

INNEHÅLL

- 1 BAKGRUND
- 2 PROBLEMSTÄLLNINGAR
- 3 GRAFISKA METODER
- 4 TEKNISK UTRUSTNING
- 5 TILLÄMPNINGAR
- 6 RESULTAT
- 7 LITTERATUR

FÖRORD

Följande rapport sammanfattar läget inom den forskning i grafisk informationsbehandling, med tillämpning i bebyggelseplaneringen som bedrivs vid institutionen för byggnadsfunktionslära, Lunds Universitet, i samråd med den forskning i datamaskinkartografi som fil.lic. Stig Nordbeck och fil. kand. Bengt Rystedt ansvarar för vid samma institution.

Arbetet har inriktats på utveckling av nya eller existerande metoder och dataprogram för grafisk redovisning av koordinatsatta data.

Programarbetet har skett huvudsakligen tillsammans med Peter Bergh, Christer Gustafson, Mikael Jern, Kaj Johansson och Robert Wissler.

De tillämpningar som redovisas har utförts inom en rad olika planeringsområden tillsammans med arkitekt Erik Carsten Carlberg, Statens Planverk, Nils Ragnar Jeansen och ing. Ulf Andersson, före detta Skånes Regionplaneinstitut, tekn. lic. Gösta Carlestam och civ.ing. Gunnar Alenius, Stockholms regionplanekontor, arkitekt Bo Lanesjö, Stockholms fastighetskontor, lantmätare Axel Andersson, Stig Källs, Åke Linde m.fl. Centralnämnden för fastighetsdata, civ.ing. Sven Palmqvist, Stadsingenjörskontoret i Lund samt arkitekt Göran Åberg, institutionen för byggnadsfunktionslära, Lunds Universitet.

Forskningen i grafisk informationsbehandling planlades 1969 och genomförs nu enligt ett treårsprogram som finansieras av Styrelsen för teknisk utveckling STU. Den sista etappen i projektet som ska utföras 1971-72 är avsedd till att slutligen anpassa de dataprogram som utvecklats som separata komponenter till ett sammanhängande grafiskt informationssystem. Motsvarande programpaket ska då dokumenteras i dataspråket FORTRAN på magnetband med en kompletterande beskrivning för att underlätta deras användning inom bebyggelseplanering. Detta arbete är av stor vikt om resultaten ska kunna användas av andra.

Programpaketet kommer sedan att överlämnas till samtliga svenska universitets datacentraler med uppgift om den ritutrustning olika programkomponenter kräver. Metoder för registrering och lagring av stora datamängder ingår inte i projektet. Någon omfattande utveckling av interaktiva grafiska dataprogram kan ej utföras på grund av bristande teknisk utrustning i Lund. Däremot kommer de dataprogram som är lämpade för en interaktiv grafisk bildskärm att vidareutvecklas för en sådan framtida tillämpning.

En viktig del i den avslutande etappen av forskningsprojektet är programarbetet för att framställa färgbilder med varierande linjetjocklek och skrafferade ytor med färgbläckskrivaren. Den ger möjligheter till hög grafisk bildkvalitet med stort användningsområde.

En kvalificerad bebyggelseplanering som baseras på koordinatsatta data bör ge stora kombinationsmöjligheter med skilda dataregister som underlag för såväl översiktlig som dataljerad bebyggelseplanering. Grafiska tillämpningar är i detta sammanhang av väsentlig betydelse.

Jag vill även tacka för det stöd och den uppmuntran som professor Edgar Horwood, Urban Data Center, University of Washington, Seattle, givit tillsammans med professor Carin Boalt, Byggnadsfunktionslära, Lunds Universitet, för att föra fram grafisk informationsbehandling i bebyggelseplanering.

Lund i april 1971

Lennart Axel Bergström
projektledare

1 BAKGRUND

I Sverige liksom i många andra industriländer pågår en omfattande strukturomvandling. Situationen präglas av en ökande urbanisering och centralisering som berör alla privata eller offentliga planerande organ på lokal, regional och nationell nivå. Behovet av nya planeringsmetoder ökar. Det krävs grundläggande information om pågående och planerad bebyggelseutveckling. Meningarna om planeringens mål och medel är emellertid delade. Därmed ökar kraven på information om existerande och planerad bebyggelse. Data om befolkning, kommunikationer, markanvändning och bebyggelse har blivit nödvändig för såväl den privata och som den offentliga planeringsverksamheten.

Ett snabbt ökande bruk av datamaskiner i Sverige har gjort att stora mängder data blivit tillgängliga. En integration av olika offentliga dataregister sker med en sammankoppling av register via gemensamma kodbeteckningar t.ex. mellan personer och fastigheter. Ett viktigt exempel är den koordinatsättning av fastigheter, byggnader och vägar som införes i det centrala fastighetsregistret. Koordinatmetoden medför maskinella beräkningar och grafiska redovisningar av offentliga dataregister genom en serie olika dataprogram vilka successivt kommer att kunna tillämpas inom bebyggelseplaneringen (Hägerstrand 1955, Nordbeck-Rystedt 1969).

Konsekvenserna av stora centrala register i maskinläsbar form är ännu svåra att bedöma. De kommer troligen att öka de centrala myndigheternas ansvar och inflytande över bebyggelseplaneringen gentemot regionala och lokala myndigheter. Samtidigt med detta kommer de senare själva begära information från centrala register genom en ökad tillgänglighet via data-terminaler som planeras för flera olika register. Försöksverksamhet med terminaler pågår bl.a. med fastighetsregistret. Det är ännu för tidigt att utvärdera dataterminalernas användbarhet och inverkan på rollfördelningen mellan planerande myndigheter.

Det är en omfattande mängd centrala register i maskinläsbar form som har redan byggts upp i Sverige (Salomonson 1970). Främst av dessa är ett register över fysiska personer baserad på folkbokföringssystemet, som ger ett centralt register över totalbefolkningen (RTB).

Ett förslag finns från centrala folk- och uppbördsverket (CFU) för ett centralt personregister (CPR) med terminaler till länen.

Ett annat centralt register över alla fastigheter i landet byggs upp efter

riksdagsbeslut 1968. I arbetet med fastighetsregistret ingår dels en beteckningsreform dels en koordinatsättning av alla fastigheter och byggnader.

Utredningar och försök pågår för att förbättra det centrala företagsregistret vid Statistiska Centralbyrån (SCB).

Med dessa tre aktuella register för folk, fastigheter och företag sammanlänkade av personnummer och fastighetsbeteckningar uppnås en mycket omfattande information om samhällsutvecklingen. Helt kommersiella eller allmänt önskvärda tillämpningar kommer att kunna utföras i allt ökande omfattning. Olika specialregister baseras sedan på folk-, fastighets- och företagsregistren.

Användningen av koordinatsatta data i byggnadsplanering och projektering började främst för att underlätta beräkningsarbetet inte ritarbetet. Omfattande dataprogram finns tillgängliga för t.ex. konstruktionsberäkningar av pelare, balkar och plattor. Numeriska terrängmodeller utvecklades först inom vägbyggandet för att beräkna schaktmassor. Därefter har terrängmodeller vidgats till att beräkna hela planområden, inklusive massbalansering vid varierande plussättning av byggnader. Resultat av konstruktionsberäkningen och terrängmodeller redovisades i tabellform. Efterhand har kravet på grafiska redovisningar ökat. Isaritmprogram ingår i dag i de flesta program för terrängmodeller.

2 PROBLEMSTÄLLNINGAR

Den ökande mängden maskinläsbar information, parad med en snabb teknisk utveckling av datamaskiner har givit nya infallsvinklar på ett gammalt problemkomplex inom bebyggelseplaneringen.

Ett generellt krav på en bebyggelseplanering är att kunna beskriva, förklara och förutse förändringar i samhället som ett underlag för styrning och kontroll av bebyggelseutvecklingen mot politiska mål. En planeringsprocess som innehåller kommunikation och medinflytande för berörda parter är en för många önskvärd förutsättning.

I detta sammanhang är grafiska redovisningsformer ett av flera medel för kommunikation. Kartor, ritningar och diagram används i stor utsträckning i bebyggelseplanering och kommer med största sannolikhet att fortsätta att vara den väsentligaste arbets- och redovisningsformen. Grafiska redovisningsmetoder är direkt användbara för studier av den fysiska strukturen. Administrativa gränser blir intimt sammankopplade med mark- och lokalanvändning och sociala förhållanden.

Det mest omfattande koordinatsatta dataunderlaget i Sverige är det på-

började centrala fastighetsregistret. Detta register sammankopplas successivt med ytterligare data på kommunal eller enskild nivå och kommer att direkt beröra arbetsmetoder och innehåll för centrala, regionala och lokala myndigheters bebyggelseplanering (Engwall-Larson 1958, Nordbeck 1969).

Mot denna bakgrund har forskningsprojektet grafisk informationsbehandling initierats av författaren vid institutionen för byggnadsfunktionslära, Lunds Universitet, för att speciellt studera maskinell grafisk redovisning av koordinatsatta data i bebyggelseplanering. Följande problem måste beaktas.

- Det väsentligaste problemet är att söka utveckla nya och existerande grafiska metoder för tillämpning främst i de tidigare leden i planeringsverksamheten vilka kan använda de offentliga data som finns eller kommer att finnas tillgängliga. (Bergström 1969, Nordbeck 1969).

Det har lösts genom att bygga upp ett programbibliotek genom kontakter inom och mellan svenska och utländska universitet som fritt kan utväxla program och erfarenhet.

- Det andra problemet är konsekvenserna av ett maskinberoende genom val av dataspråk och dataprogram, som en nyttjare alltid ställs inför.

Grafisk informationsbehandling är ett viktigt medel för att öka kommunikationen mellan människor och maskiner. En forskning som utförs vid universitetens datacentraler blir samtidigt hänvisad till deras tekniska utrustning.

Ett generellt programmeringsspråk som t.ex. FORTRAN är det programmeringsspråk som i och för sig lättast ger flyttbara dataprogram. Trots detta går inte samma dataprogram i FORTRAN alltid att använda på olika datamaskiner. Svårigheterna är ännu större med att flytta dataprogram i programmeringsspråket ALGOL mellan olika datacentraler. Problemet har lösts i projektet genom att endast använda dataprogram i FORTRAN, speciellt inte maskinbundna ASSEMBLER-språk. Priset är en längre bearbetningstid mot att en överföring av dataprogram till andra datacentraler underlättas.

- Det tredje problemet är att skillnader i teknisk utrustning begränsar olika grafiska tillämpningar. Enkla diagram och kartor kan utföras med en radskrivare, som är olämplig för t.ex. perspektiv eller detaljerade plankartor. Länsstyrelserna har alla radskrivare men ingen platta för grafisk redovisning. Detta har lösts genom att anskaffa program för olika typer av teknisk utrustning.

- Det fjärde problemet är att sätta in tillämpningar i ett planeringssammanhang som ger möjlighet att utvärdera resultaten av tillämpningar i en realistisk arbetssituation. Detta problem har lösts genom ett samarbete dels med olika planerande myndigheter baserat på deras egna dataregister, dels med data från andra forskningsprojekt som vid studier av lokalanvändning med automatisk registrering (Bergström 1971).

Tillämpningen av koordinatsatta data är inte begränsad till planerings- och utredningsverksamhet. För numeriska terrängmodeller eller stadsplaner är en grafisk redovisning av perspektivritningar ett viktigt hjälpmedel i projekteringsarbetet, men flera praktiska problem återstår att lösa (Bergström 1971).

3 GRAFISKA METODER

De metoder som används för grafisk redovisning med olika dataprogram baseras på en koordinatsättning av punkter, linjer, ytor och kroppar som definieras i ett rätvinkligt tredimensionellt koordinatsystem. Detta kallas koordinatmetoden. Den ger underlaget för en maskinell grafisk redovisning av rumsliga geometriska problem. Lösningen beräknas analytiskt och redovisas grafiskt. Metoderna för grafisk redovisning kan sammanföras i sju enkla grundformer; cirkel- och stapeldiagram, prickdiagram, kurvdiagram, nätverk, isaritmkartor, ytkartor och perspektiv samt kombinationer av dessa grundformer i en och samma bild (Bergström 1970 a). (bild 1)

Alla grundformer har kvalitetsdimensioner som bestämmer fattbarheten av bilder. Dit hör främst bildens upplösning, linjebredd, linjetyp (streckad, heldragen) och färg. Grafiska metoder som motsvarar högt ställda kvalitetskrav minskar antalet erforderliga bilder och underlättar en presentation och analys av rumsliga samvariationer och skillnader.

För bilder baserade på empiriska undersökningar är bildkvaliteten en väsentlig faktor vid manuell bearbetning, analys och utvärdering av resultaten. Dess betydelse växer med ökade datamängder. I praktiska planeringssituationer kommer ett dataprogram att betraktas som en svart låda vars arbetsmetod inte är känd. Den grafiska presentationen bestämmer kanske i alltför hög grad nyttjarens bedömning.

Tillämpningar av dessa olika grafiska bildformer har utförts på radskrivare, plotter, mikroplotter, bläckskrivare och grafisk bildskärm med en rad olika dataprogram. Utförda exempel redovisas i avsnittet om tillämpningar.

Data för den översiktliga riks-, region- och generalplaneringen har här

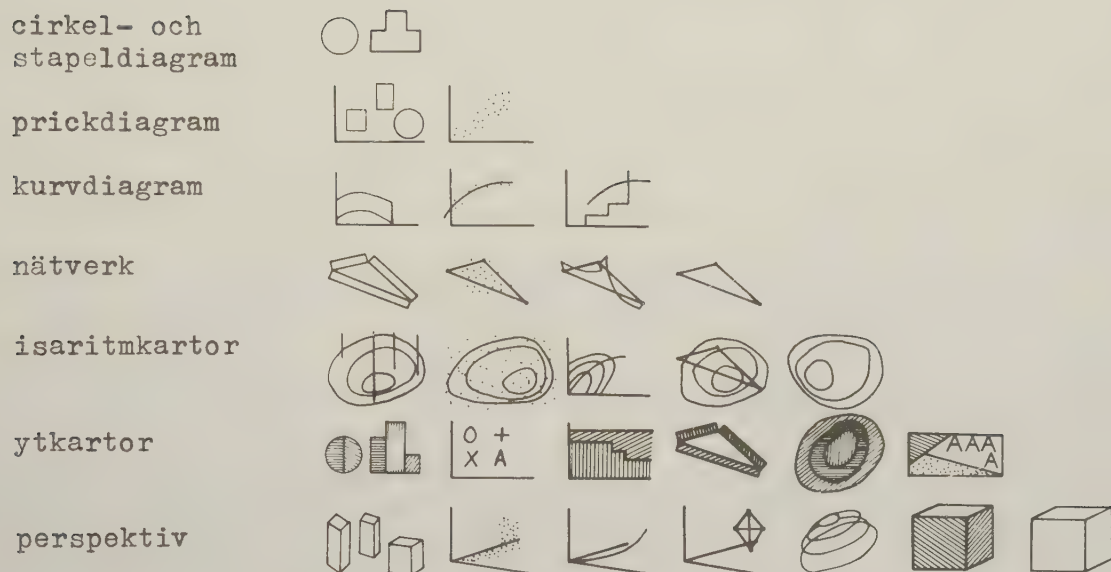


bild 1. Schema över grafiska metoder i sju enkla grundformer för cirkel- och stapeldiagram, prickdiagram, kurvdiagram, nätverk, isaritmkartor, ytkartor och perspektiv, samt parvisa kombinationer i samm bild. En serie tillämpningsprogram utvecklats och/eller vidarebearbetats för grafisk redovisning på varierande teknisk utrustning som radskrivare, plotter, mikrofilmplotter, grafiska bildskärmar och bläckskrivare.

kunnat utnyttjas. Även mera detaljerade data om byggnader och rum har prövats för projektering och användningsstudier.

Det bör framhållas att grafiska informationssystem enbart är medel och inte mål i en planering. Sådana system används för att lösa olika problem men är även bundna till en begränsad mängd av tillgängliga metoder eller dataprogram, data, datamaskiner och teknisk ritutrustning. Följande enkla systemmodell visar denna situation i form av ett flödesschema.

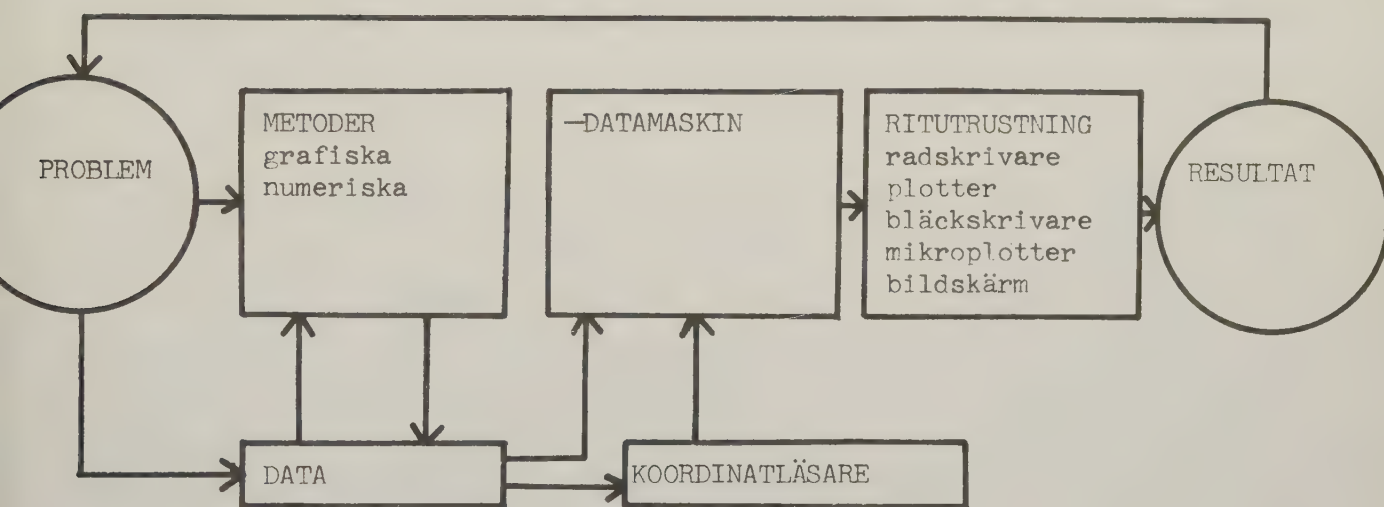


bild 2. Enkel modell över komponenter i ett grafiskt informationssystem.

4 TEKNISK UTRUSTNING

Den tekniska utvecklingen av grafisk informationsbehandling startade med radskrivaren som enda hjälpmedel. Med nya metoder och dataprogram har man lyckats utföra grafisk redovisning av hög kvalitet. För bebyggelseplanering är dataprogrammet SYMAP troligen det mest flexibla som gjort för radskrivare (Bergström 1970 b).

När automatiska ritmaskiner styrda av dataprogram kunde tas i bruk ändrades förutsättningarna för grafiska redovisningar. Sammanhängande linjer kunde ritas på papper. Enkla ritmaskiner, som kallas XY-skrivare eller plotter, har en penna styrd av en motor i små steg horisontellt, vertikalt och diagonalt. (T.ex. Calcomp Incremental Plotter Model 563 vid Lunds datacentral som ritar 7,5 cm/sek. på en 28 eller 72 cm bred pappersrulle). Med varje plotter följer speciella ritrutiner för linjer, bokstäver och siffror som kopplas med olika tillämpningsprogram. Ett ur-

val dataprogram finns tillgängliga för grafisk redovisning på plotter vid universiteten.

Det finns ritmaskiner som har större precision med två motorer, steglös uppritning och automatiskt byte av penna för varierande linjebredd och färg. De kan användas för grundkartor, konstruktionsritningar och liknande där ritningen används som mätunderlag. (T.ex. Kingmatic ritmaskin som ritar c:a 15 cm/sek. installerad på vägverket i Stockholm och Kockums i Malmö.)

En tredje typ av ritutrustning är mikroplotter eller filmkurvskrivare. Den framställer bilder mycket snabbt på ett katodstrålrör med en elektronstråle som penna. Katodstrålröret filmas automatiskt, filmen förstoras och kopieras sedan på papper. (T.ex. Calcomp Plotter Model 835 vid Stockholms datacentral som ritar med c:a 2000 cm/sek.) Mikroplottern ritar med varierande linjebredd men bara i en färg. Bilderna kan inte ses förrän de är filmade och kopierade.

Grafiska bildskärmar ger en kvardröjande bild på ett katodstrålrör som kan ses direkt av en människa. Bildskärmen kan kompletteras med en knappsats eller en ljuspenna så att man kan ändra bilderna manuellt. Två exempel på grafiska bildskärmar är IBM 2250 vid Stockholms datacentral med ljuspenna och knappsats, samt bildskärmen MAGNETOVISION vid Göteborgs datacentral med enbart knappsats. Båda skärmarna ger bilder med varierande linjebredd i en färg. MAGNETOVISIONEN är speciellt avsedd för att framställa filmer av rörliga förlopp. (Erikson-Nilsson 1969).

En interaktiv grafisk bildskärm utrustad med ljuspenna men utan färgmöjlighet planeras för Lunds datacentral. Nödvändig programutveckling och anpassning av existerande dataprogram för tillämpning i bebyggelseplanering kommer att kunna behandlas när planerna hunnit längre. Det största problemet med den interaktiva bildskärmen är anslutningen till datacentralens övriga maskinutrustning.

En helt ny typ av ritutrustning utvecklad vid Lunds Universitet är färgbläckskrivaren som sprutar bläck direkt på ett roterande papper. Tre elektroniskt styrda bläcksprutor, en för varje färg, sprutar ytterst små bläckdroppar direkt på pappret.

Rittiden för en bild på 20x20 cm med bläckskrivaren är c:a 20 sek. oberoende av ritmängden. Om hela bildytan med en skraffering i blått, rött, gult omräknas till linjer innebär det en rithastighet på c:a 3000 cm/sek. Färgbläckskrivaren med tillhörande ritrutiner är utvecklad vid institutionen för byggnadsfunktionslära. Den kommer att installeras vid Lunds datacentral under 1971. En första version av bläckskrivare, en färg, installerades hösten 1970 tillsammans med en grafisk bildskärm kopplad till en PDP 15 data-

maskin vid institutionen för regleringsteknik, Lunds Universitet.

Grafiska bildskärmar med färg finns i USA vid flera universitet, bl.a. University of Utah. Utvecklingen av speciella bildgeneratorer som övergått från att vara ett dataprogram till att bli en maskinkomponent har medfört mycket stora sänkningar av rittiden. Så har exempelvis perspektivfilmer i färg med datamaskin blivit möjliga med en hastighet av 30 bilder/sek. Ingen av de svenska universitetens datacentraler planerar för närvarande att skaffa en sådan utrustning.

Av tillgänglig och planerad utrustning vid universitetens datacentraler är färgbläckskrivaren i Lund den ritmaskin som för närvarande bäst uppfyller kraven på varierande upplösning, linjebredd, linjetyp och färg i samma bild. Den medför en avsevärd förbättring av bildkvaliteten i samtliga enkla grafiska bildformer som redovisats. I den fortsatta forskningen i grafisk informationsbehandling är det angeläget att utnyttja färgbläckskrivaren och anpassa existerande dataprogram för grafisk redovisning i färg. Ett mycket starkt intresse för detta projekt har visats från både svenska och utländska universitet.

De försök som utförts med bläckskrivaren ansluten till en PDP 15 datamaskin begränsas av att bildytan kan täckas endast till 10 % och med en färg. Denna bläckskrivare var inte avsedd för grafiska tillämpningar med flera färger på ytor som täcker hela bilden.

Färgbläckskrivaren erbjuder många möjligheter att markera ytor med varierande skraffering och färg i två- och tredimensionella bilder.

5 TILLÄMPNINGAR

Tillgänglig ritutrustning vid universitetens datacentraler har prövats med en serie olika dataprogram för att visa på möjligheter och begränsningar vid olika tillämpningar i bebyggelseplanering.

De metoder för grafisk redovisning som hittills studerats har utnyttjat radskrivare, plotter, mikroplotter, bläckskrivare och grafisk bildskärm.

I de tillämpningar som valts för beskrivning av planförhållanden har data insamlats av ansvariga planerande myndigheter och sedan använts i forskningsprojektet. Exempen är valda från översiktlig riks-, region- och generalplanering till programprojektering och användningsstudier.

Olika grafiska redovisningar med stapeldiagram, kurvdiagram, nätverk, isaritmkartor, ytkartor och perspektiv har prövats med en serie olika dataprogram som anskaffats och vidareutvecklats eller nyutvecklats.

Avsikten med dessa olika tillämpningar är att studera vilka krav som ställs på de dataprogram som kan ^{och} bör ingå i ett grafiskt informationssystem.

Krav på och analyser av de planeringsmodeller som ligger bakom dessa tillämpningar har inte studerats närmare. Grafiska metoder är relativt oberoende av om de används för att skildra existerande eller simulerade planförhållanden. Det gäller även när grafiska metoder ingår för slutredovisning av lokaliserings- eller andra optimeringsmodeller (Bergström 1971).

Exempel på den senare tillämpningen är isaritmkartor som underlag för översiktlig lokalisering av olika verksamheter med given befolkningsfördelning (Nordbeck-Rystedt 1971) eller i detaljprojektering av verksamheter i byggnader med schematiska lösningar (Bergström 1969, Cole 1970).

De tillämpningar som här redovisas är ordnade från översiktliga till detaljerade planeringssituationer.

En kustinventering av strandegenskaper genomfördes 1970 av planverket som underlag för en kommande riksplanering. Data från en del av inventeringen utnyttjades sedan för försök med att framställa stapeldiagram på radskrivare (bild 3). (Bergström-Wissler 1970)

Regionala planeringsfrågor kan belysas med enkla befolkningsfördelningar på radskrivare (bild 4). En gråskala har använts för att återge antal personer/ruta. Underlaget för befolkningskartan insamlades av dåvarande Skånes Regionalplaneinstitut. (Bergström-Jern 1970)

En existerande eller prognosticerad befolkningsfördelning kan även redovisas grafiskt på plötter med isaritmkartor (bild 5) eller med perspektiv (bild 5).

En serie olika perspektivkonstruktioner finns utvecklade och tillgängliga vid universiteten. (Bergström 1971 a)

Ovanstående typer av grafiska redovisningar är avsedda för endast ett värde per punkt, som generaliseras till att beskriva en yta.

I ett stapeldiagram med flera staplar kan flera variabler presenteras samtidigt (bild 7). Data till exemplet är hämtat från naturvården. (Bergström 1970 e) I inventeringar för generalplanering och detaljplanering är data i regel knutna till separata ytor av varierande storlek. Proov har utförts med data från Stockholms Byggnadsregister. Här är det fullt möjligt att redovisa data på radskrivare för ett större område med hjälp av isaritmer (bild 8). Den grafiska redovisningen blir lätt att läsa när ytorna

markeras med olika gråton även när data redovisas kvartersvis (bild 9).
(Bergström 1970 b)

Data om inkomstfördelningen i Stockholm har även prövats på folk- och bostadsräkningens område för analys av sociala konsekvenser av bebyggelseplaneringen för att visa hur resultatet kan presenteras antingen på radskrivare eller plotter (bild 10). (Bergström-Wissler 1970 b) En försöksverksamhet pågår i Lund med koordinatsatta fastighetsregister som underlag för kommunens planeringsverksamhet. Den omfattar bl.a. försök till grafisk redovisning av offentliga data knutna till fastigheter på plotter och bläckskrivare i färg och svartvitt.

Med utgångspunkt från den lokala officiella koordinatsättningen av tomtgränser har ett maskinläsbart fastighetsgränsregister byggts upp i Lund.
(Bergström 1971 b)

Många olika redovisningar är möjliga på plotter eller radskrivare, med fastigheternas form och utsträckning, t.ex. sådana data som byggnadsvärden/fastighet markerad med olika skraffering (bild 11, 12). Tillämpningen av grafiska redovisningar för byggnader och fastigheter är huvudsakligen inriktade på den lokala och i viss mån regionala planeringsnivån. Speciellt är det inventeringsarbetet, som ingår i och föregår den fysiska planeringen, som fått ge data till tillämpningar.

I detaljplanering och projektering kan konsekvenser av ett planförslag redovisas grafiskt. Det kan t.ex. ske med perspektiv (bild 13). Bilden visar ett existerande bostadsområde i Lund.

Studier av rums- och byggnadens egenskaper och användning har utförts med automatisk registrering av personförflyttningar fram till direkt grafisk redovisning (bild 14). (Bergström-Åberg 1971) I kombination med andra grafiska observationsmetoder kan många olika grafiska redovisningar genomföras baserade på ytor med bläckskrivare (bild 15). Även grafiska tillämpningar med dataprogram för planlösningar har prövats som en form av kontroll av sambandskrav i ett byggnadsprogram (bild 16). (Bergström 1969)

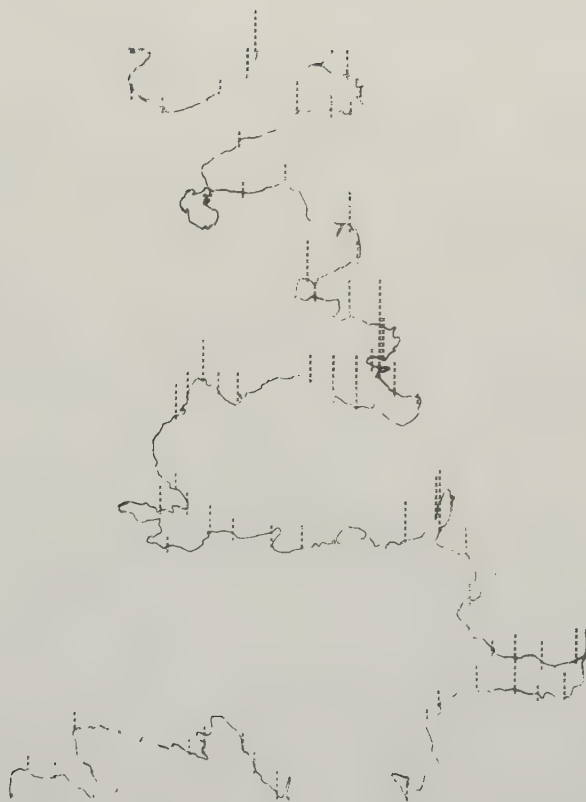


Bild 3 Inventering av kustegenskaper på radskrivare med dataprogrammet GENPLT i skala 1:50 000 (Bergström-Wissler 1970). En del av planverkets strandinventering koordinatsattes och stansades. För varje strandsegment finns 40 variabler som karakteriserar segmentet. Ett dataprogram väljer de variabler som skall redovisas, i en bild, i form av stapeldiagram på radskrivaren. En transparent karta i skala 1:10 000 över strandlinjen, har sedan samkopierats med stapeldiagrammen. Presentationstekniken är mycket snabb och billig, datamaskintiden är c:a 10 sek. vid Lunds datacentral. Originallet är utfört i skala 1:10 000. Programmet har från början utvecklats vid universitet i Florida (De Los De Tar 1969) och installerats i Lund i samarbete med Peter Bergh, Lunds datamaskincentral.

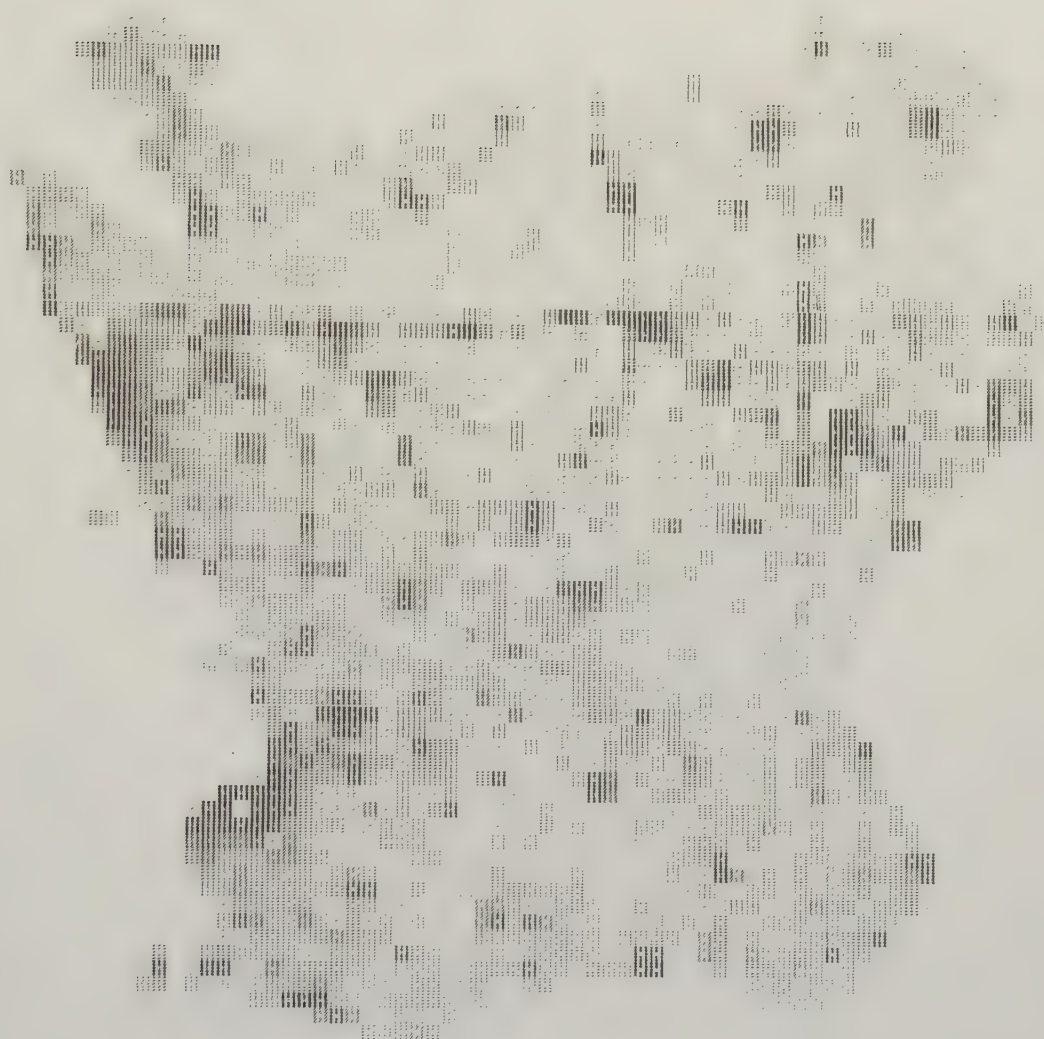


Bild 4 Totala befolkningen i Skåne 1965 på radskrivare med dataprogrammet GRID i skala 1:1 000 000 (Bergström-Jern 1970). Data insamlades av dåvarande Skånes Regionplaneinstitut. Befolkningen fördelades manuellt på kvadratkilomiterrutor, stansades på hålkort och lades sedan upp på magnetband. Med GRID kan sedan nyttjaren bestämma valfri skraffering och klassindelning. Datamaskintiden är c:a 0,5 minut. Originalen är utförda i skala 1:160 000. Rutstorleken ökades sedan maskinellt till fyra kvadratkilometer.

Programmet har utvecklats från början vid Harvard University och installerades i Lund i samarbete med Mikael Jern, Lunds datamaskincentral.

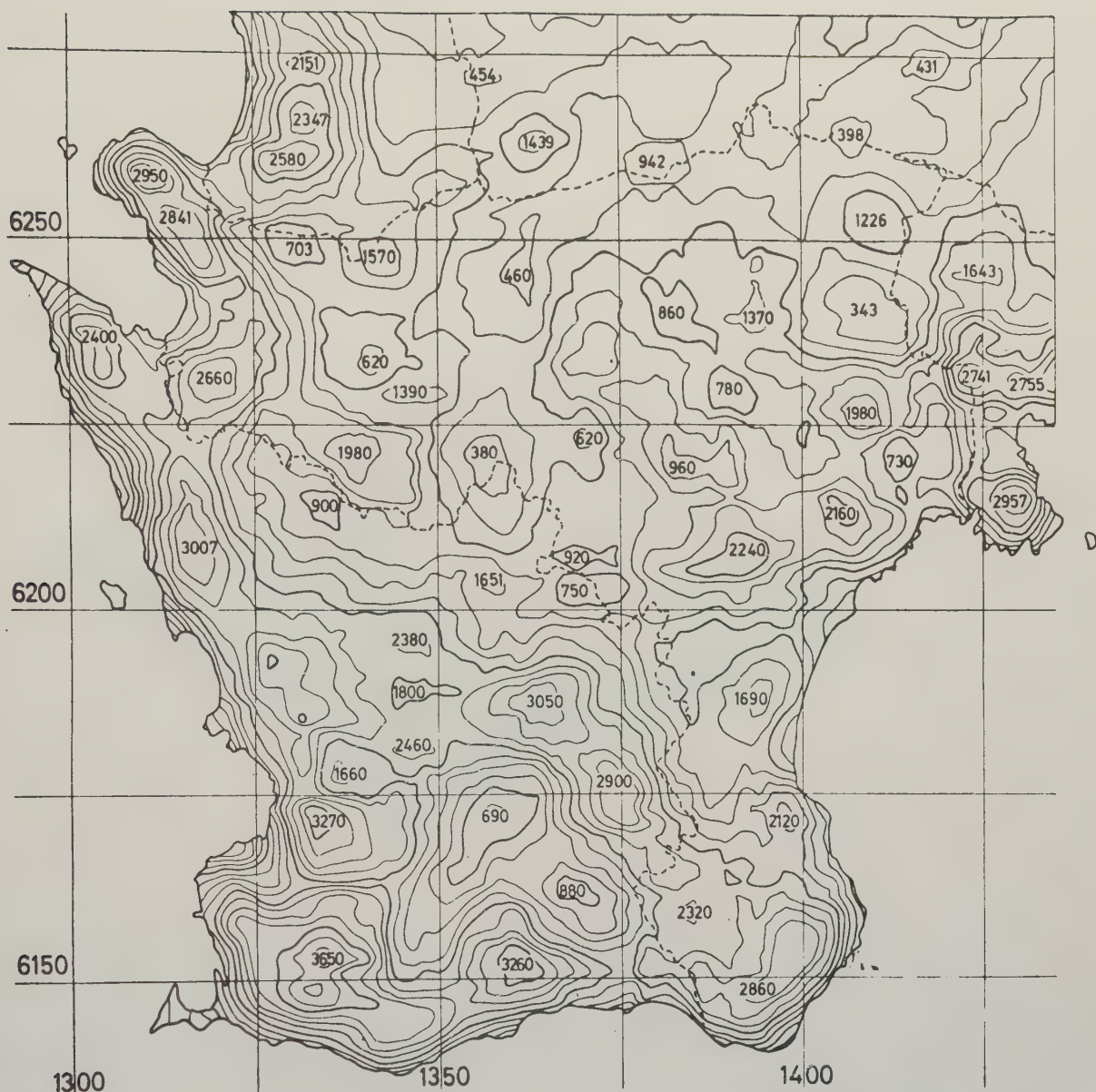


Bild 5 Glesbygdsbefolkningen i Skåne 1965 i skala 1:1 000 000 renritad manuellt efter en karta från en plotter med dataprogrammet NORMAP på samma data som bild 2 (Nordbeck-Rystedt 1971). Datamaskintiden är c:a 0,5 min., rittiden på plotter c:a 15 min. i skala 1:250 000. På plotter kan kantlinjer för ytor redovisas vilket inte är lika lämpligt med radskrivaren. Programmet har utvecklats av Nordbeck-Rystedt och kommer att publiceras under 1971.

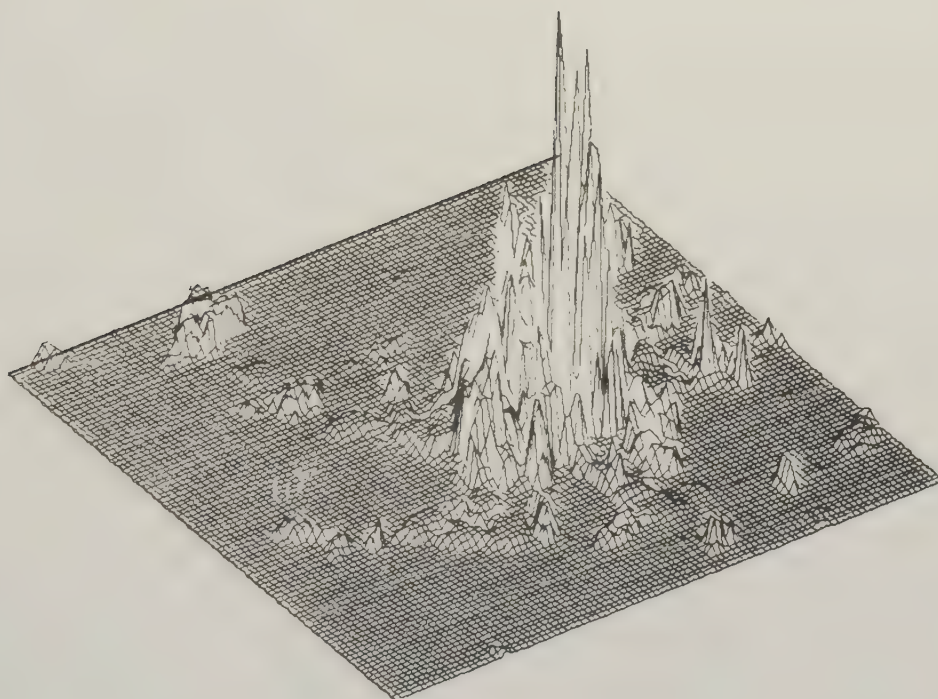


Bild 6 Befolkningen i Stockholmstrakten 1965, i perspektiv med skymda linjer borttagna, på plotter med dataprogrammet SURF (Bergström 1971 a). Data har insamlats och stansats av Stockholms regionplanekontor i 500x500 m rutor vilka lagts på magnetband. Bilden visar fyra centrala delkartor av regionen. Varje delkarta är 25x25 km. Maxvärdet är 10 400 personer/ruta. Datamaskintiden är c:a 5 min.



Bild 7 Exempel på stapeldiagram med 3 variabler för spridda mätstationer på plotter med dataprogrammet STAPLE i skala 1: 200 000.

Data har insamlats från olika mätstationer i Mälaren av limnologiska institutionen i Uppsala universitet, och lagrats på magnetband. (Bergström 1970 c) Motsvarande redovisningsteknik har sedan utförts för tidsserier med filmteknik på den grafiska bildskärmen (MAGNETOVISION) vid Göteborgs datacentral. Originalen är utförda i skala 1:50 000. Datamaskintiden är c:a 1 min., rittiden c:a 5 min.

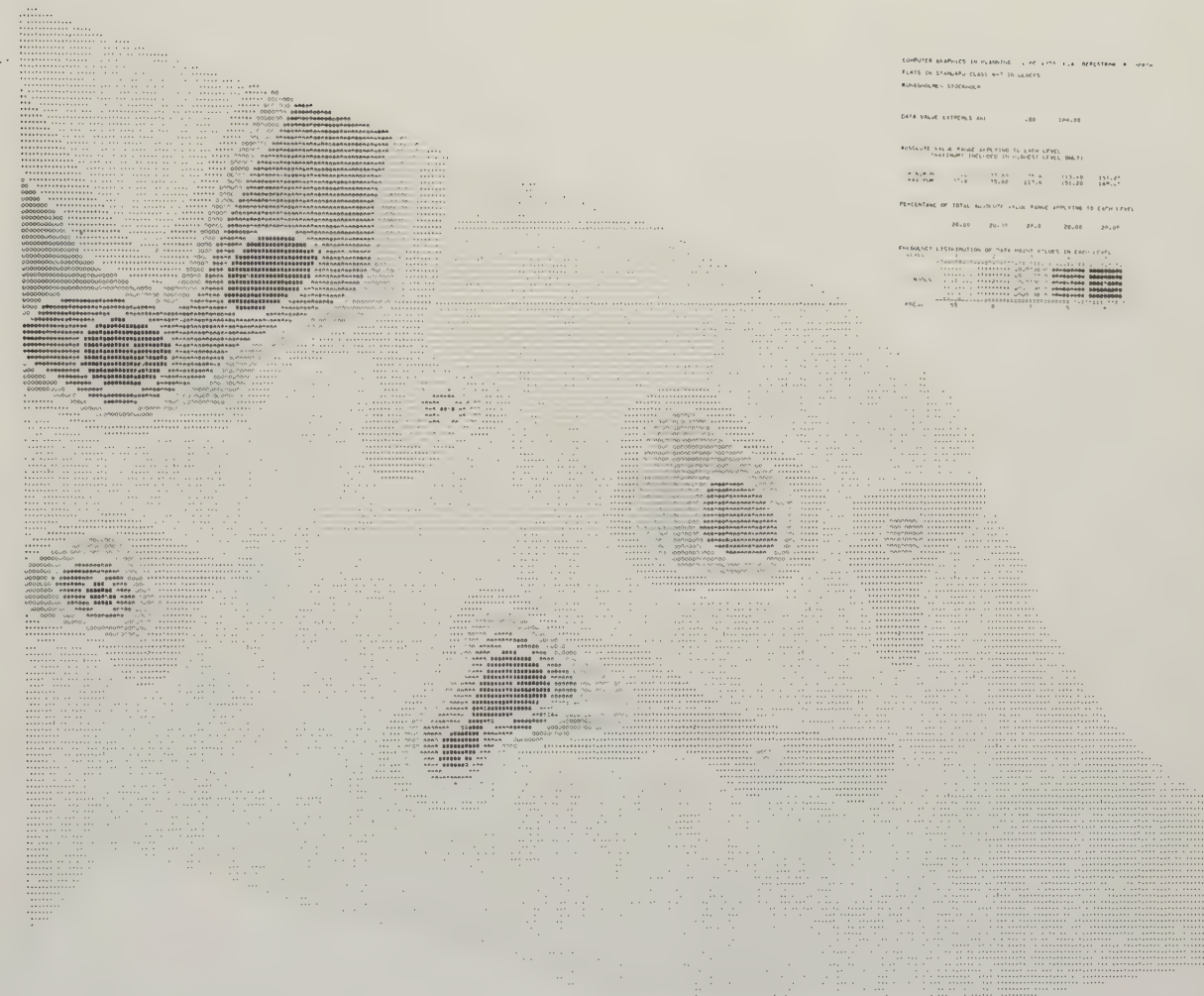


Bild 8 Lägenhetsstandard kvartersvis på Kungsholmen i Stockholm på rad-skrivare som en isaritm-karta med dataprogrammet SYMAP i skala 1:10 000 (Bergström 1970 b). Data har hämtats från Stockholms byggnadsregister, kvartersgränserna har koordinatsatts med koordinatläsare i Lund. Originalen är utfört i skala 1:2000. Datamaskintiden är c:a 1.1 min.

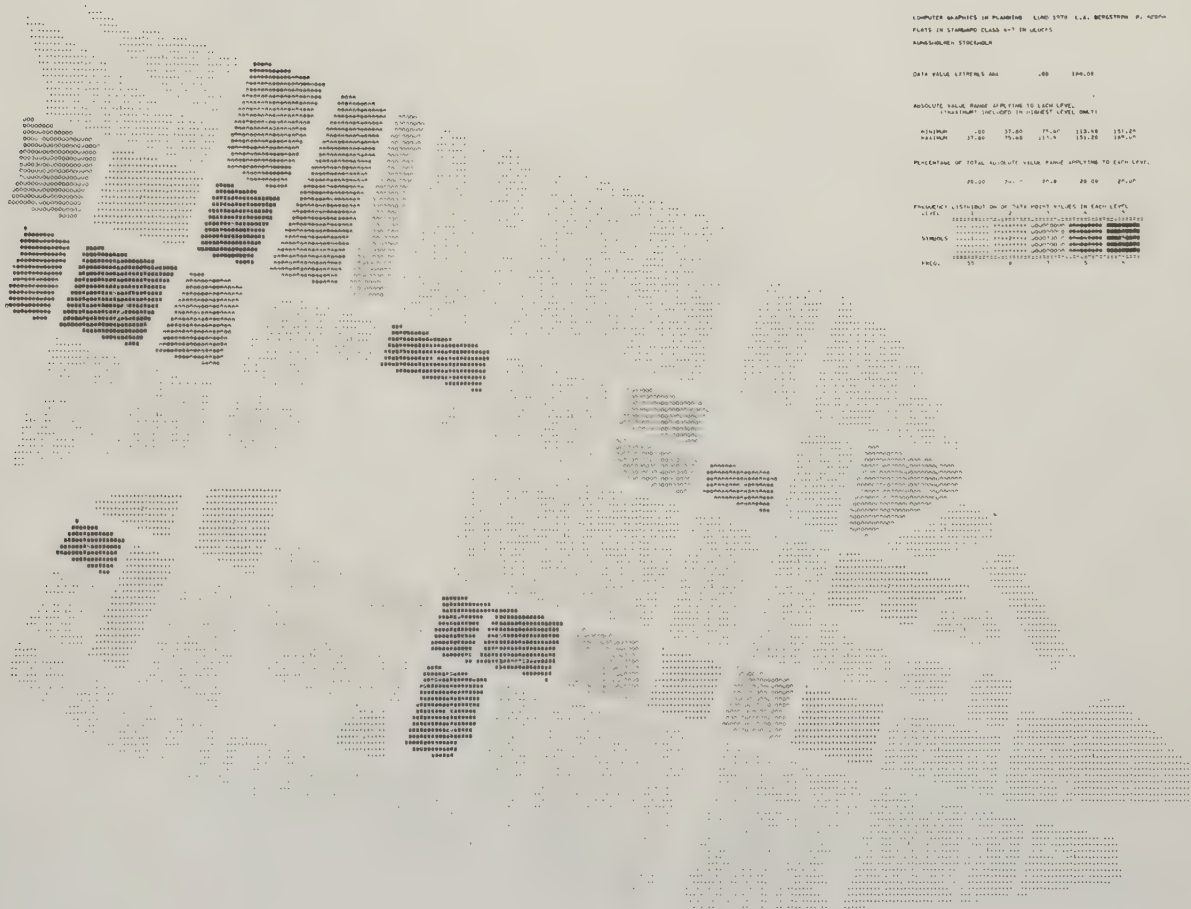


Bild 9 Lägenhetsstandard, kvartersvis på Kungsholmen i Stockholm, på radskrivare som en ytkarta med dataprogrammet SYMAP i skala 1:10 000 (Bergström 1970). Data har hämtats från Stockholms byggnadsregister, kvartersgränserna på en registerkarta har koordinat-satts med en koordinatläsare i Lund. Originalen är utfört i skala 1:2000. Datamaskintiden är c:a 1.8 min.



Bild 10 Inkomstfördelning i Stockholm 1968, dels på radskrivare dels på plotter som en ytkarta med dataprogrammet SYMAP resp. GENPLOT i skala 1:100 000 (Bergström-Wissler 1970 b). Data har hämtats från Stockholms stad för folk- och bostadsräkningens områden vilka koordinatsatts med koordinatläsare i Lund. Originallet är utfört i skala 1:50 000. Datamaskintiden är c:a 3 min.



Bild 11 Fastighetsgränser utan och med skraffering av ytor i centrala Lund på plotter med dataprogrammet POP (Bergström 1971 b) i skala 1:10 000 med en matematiskt slumpmässig skraffering. Datamaskintiden är c:a 2 min. och rittiden c:a 10 min. respektive 20. Originalen är utförda i skala 1:2000.

Programmet har utvecklats i samarbete med Peter Bergh och Mikael Jern, Lunds datamaskincentral och kommer att användas för redovisning av ytor med varierande färg.

THE URBAN FORM IN PLANNING

THE URBAN FORM IN PLANNING



Bild 12 Byggnadsvärden/fastighet i skala 1:8000 på plotter med POP markerad med olika typer av skraffering. Offentliga data har hämtats från länsstyrelsens fastighetsband. Datamaskintider är cirka 1 min. och rittiden 20 minuter i skala 1:4000 (Bergstöm 1971 b).

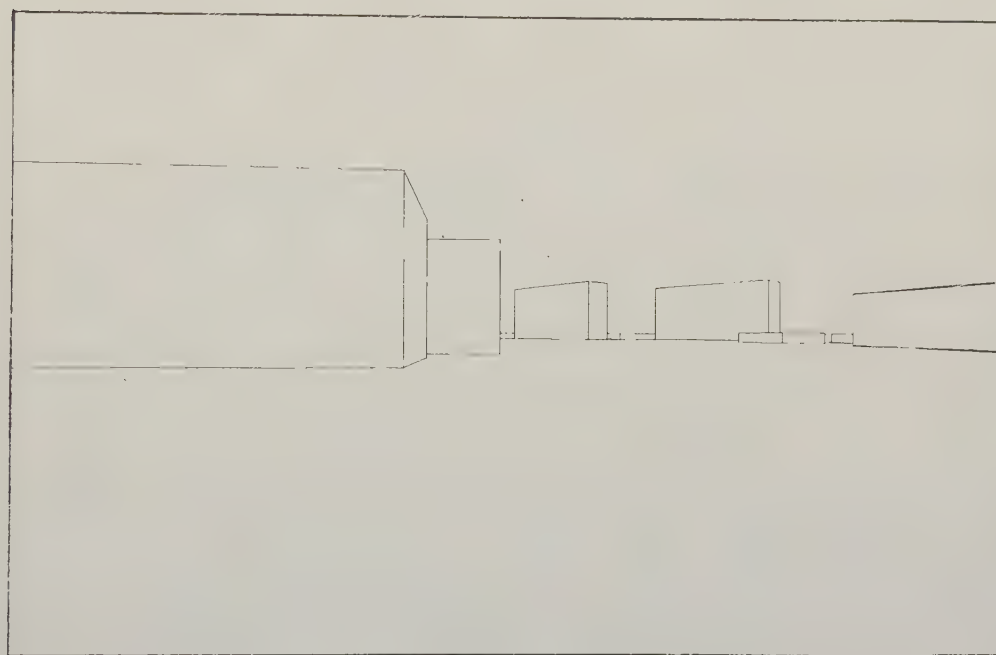
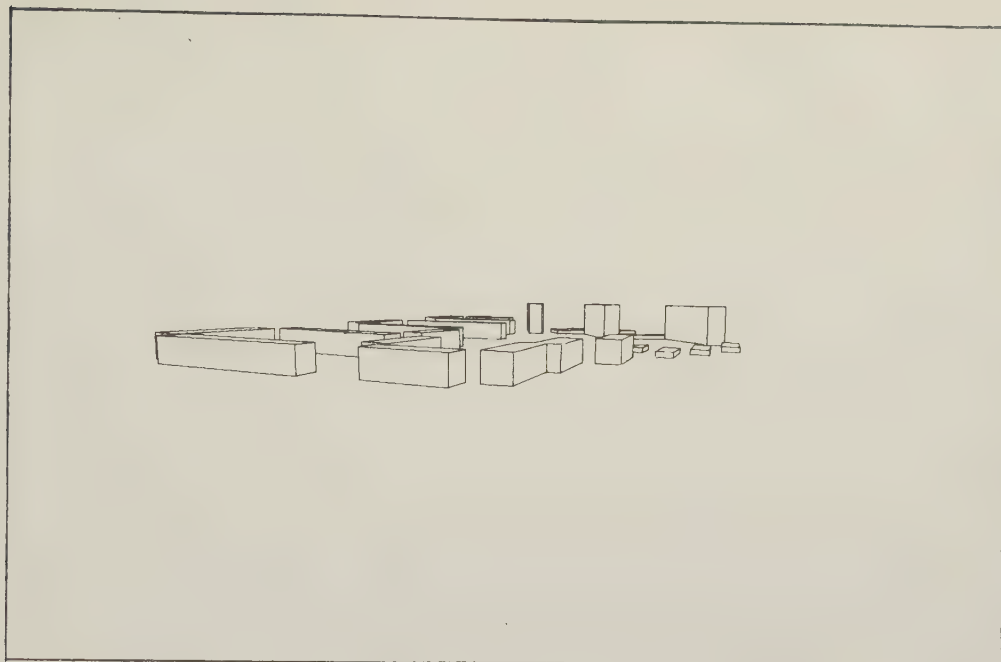


Bild 13 Bostadsområde i Lund på plotter i perspektiv med dataprogrammet HLE med gömda linjer borttagna (Bergström 1971 a). Byggnadskropparna har koordinatsatts i Lund genom forskningsprojektet EFYSOC (Lindberg-Hellberg). Datamaskintiden är c:a 17 sek. och rittiden 1 min. Programmet har från början utvecklats vid universitetet i Milano (Galimberti-Montanari 1969). Det har sedan installerats vid universitetens datacentraler i Göteborg, Lund och Stockholm främst i samarbete med Kaj Johansson.

En version av programmet installerade även på den grafiska bildskärmen i Stockholm.

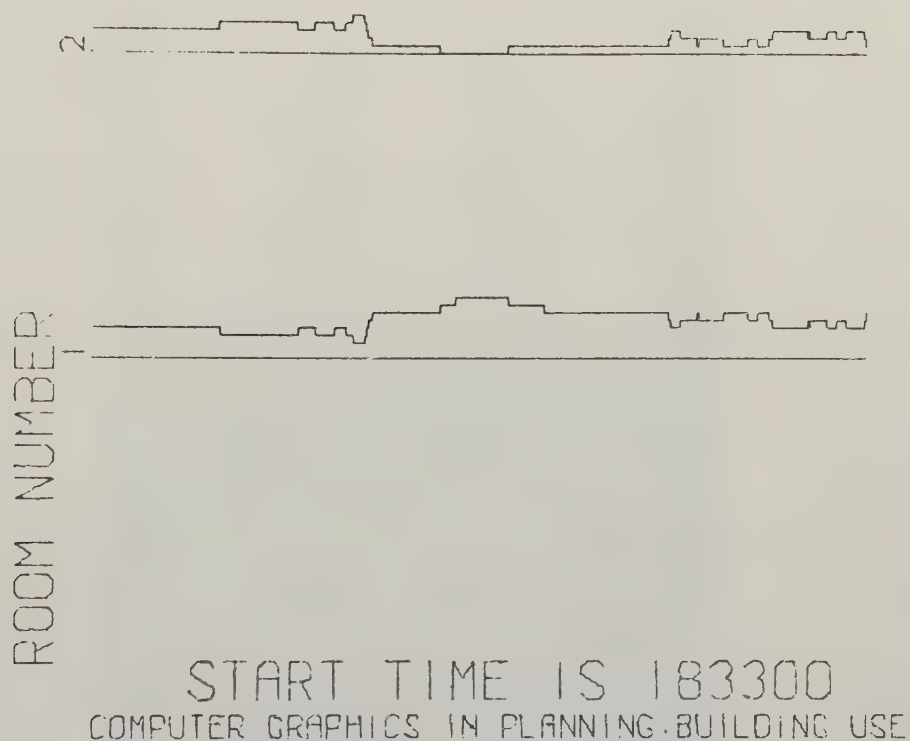


Bild 14 Redovisning av lokalanvändning över tiden i kurvdiagram på plotter med dataprogrammet METAKOD (Bergström-Åberg 1971). Antal personer/lokal registrerades automatiskt med fotoceller för en lägenhet i Eslöv avsedd för utvecklingsstörda vuxna. Genom en samtidig registrering av tid och rum ges underlag av både lokalanvändning och lokalegenskaper. Datamaskintiden är 10 sek., rittiden 1 min.

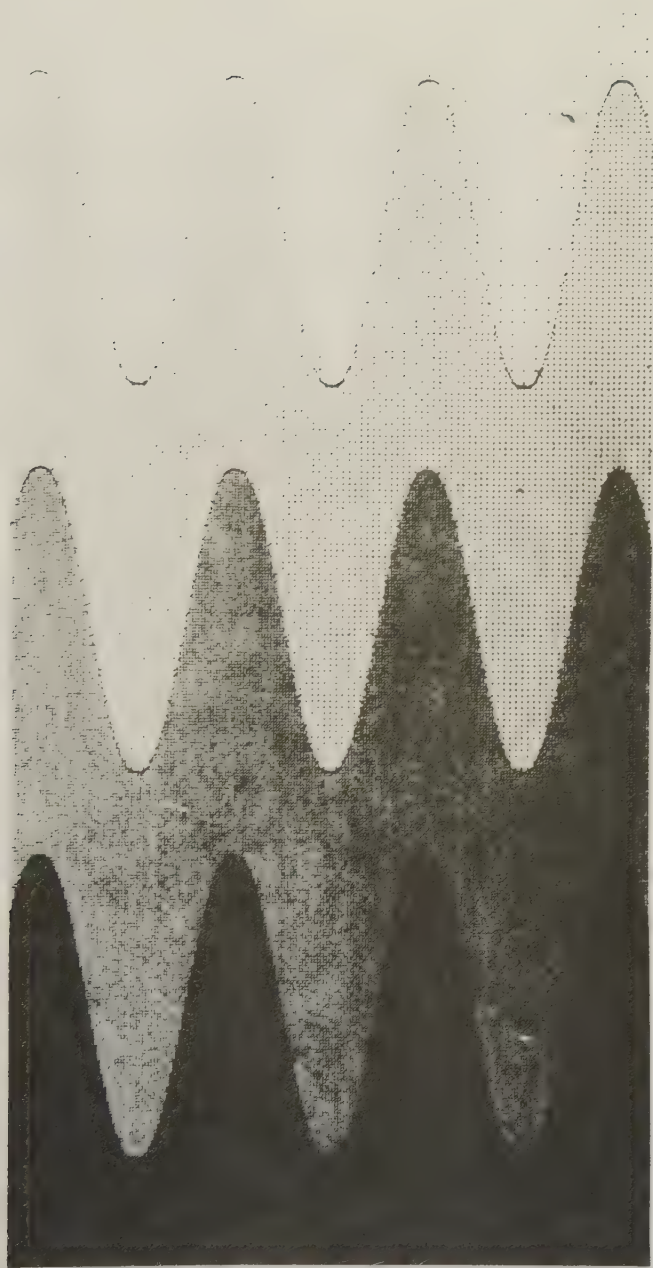


Bild 15 Exempel på redovisning av ytor med bläckskrivare. En version av bläckskrivaren kommer att arbeta med flera färger för olika variabler i samma bild. Tekniken är avsedd att redovisa variabler knutna till lokalytor inom- och utomhus, men kan kopplas till olika dataprogram främst dataprogrammen METAKOD och POP som båda kan generera bilder med stort antal linjer. Rittiden är c:a 20 sek./bild oberoende av ritmängd.

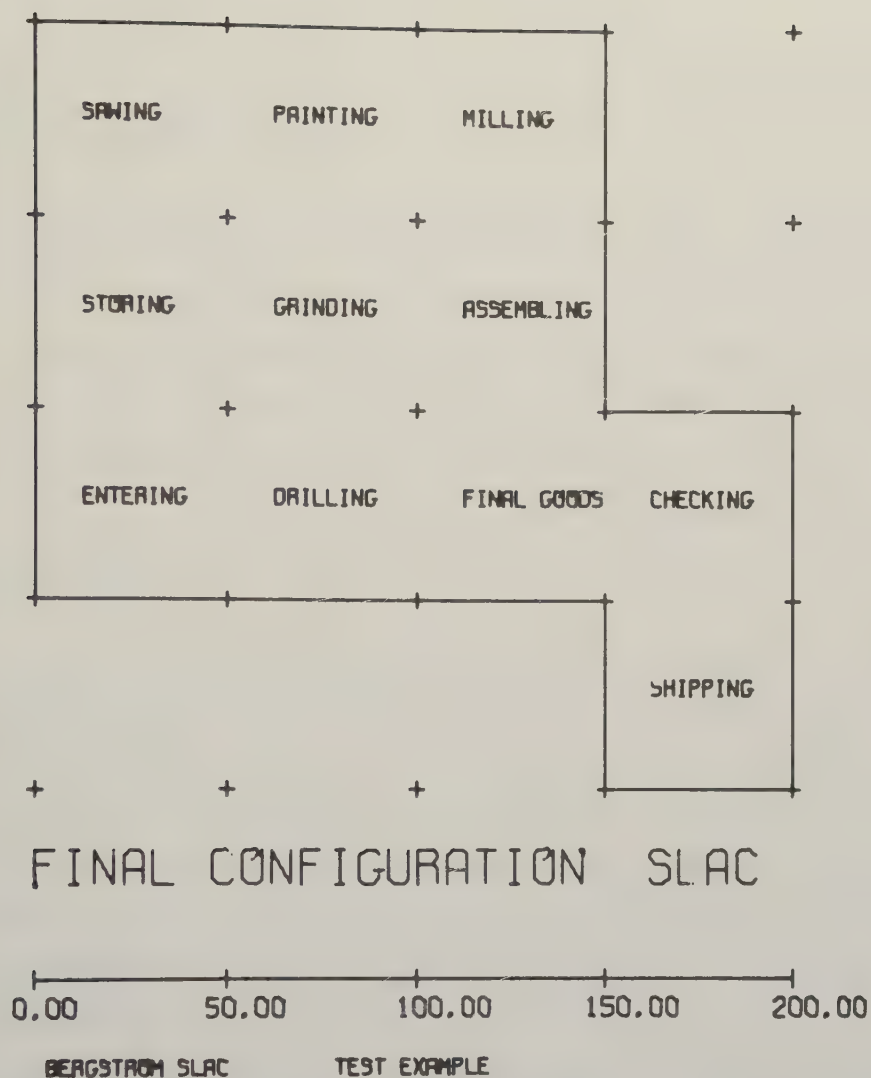


Bild 16 Planlösning på plotter av en enplansbyggnad med utgångspunkt från minimering av transportererna med dataprogrammet SLAC (Bergström 1969). Ett givet antal aktiviteter och aktivitetssamband placeras i en första planlösning varefter programmet söker en bättre lösning genom parvis omflyttning av aktiviteter och presenterar resultatet grafiskt. Rittiden är cirka 2 minuter.

6 RESULTAT

Resultaten av forskningen visar att en grafisk informationsbehandling i bebyggelseplanering är möjligt och genomförbar. Med olika dataprogram och teknisk utrustning kan många steg i planeringsarbetet förändras och underlättas.

Genom samverkan med flera universitet har grafiska dataprogram i samma generella språk (FORTRAN) kunnat utvecklas inom forskningsprojekt.

Vid alla datacentraler finns radskrivaren som kan användas grafiskt, trots bundenheten till separata tecken, för framställning av de flesta bildformer som t.ex. prickkartor och isaritmkartor. Skrafferade ytor krävs för att bilder skall bli läsbara med radskrivare. Användningen av linjeorienterade tekniska ritutrustningar som plotter, mikroplotter och grafisk bildskärm har ökat snabbt. Flera färger och variabler i samma bild ger en ökad läsbarhet och underlättar en analys av rumsliga förhållanden. Detta kommer att prövas med den färgbläckskrivare som installerats vid Lunds datamaskincentral under 1971.

I dagens bebyggelseplanering upptar en inventering av existerande förhållanden betydande tid och resurser, ett omfattande arbete läggs ner på centrala register över folk, fastigheter och företag. I forskningsprojektet har en serie tillämpningar genomförts som baserats på en integration av koordinatsatta offentliga register. Både kontroll och presentation av dataregister kan genomföras med grafiska metoder vilket har prövats vid försöksverksamheten i Stockholm och Lund. Bristande kvalitet på data i centrala register är dock ett allvarligt problem.

Koordinatsatta data kan också tillämpas i program- och projekteringsarbetet t.ex. i enkla diagram över tänkbara planlösningar och perspektiv på planerade byggnader. Perspektivbilder av separata byggnadskroppar med gömda linjer borttagna har utförts med en analys av de begränsningar som beror på tillgängligt minnesutrymme.

Vid studier av lokalanvändning med automatisk registrering har grafisk redovisning av rumsbeläggning och besöksfrekvens prövats på radskrivare och plotter. Fortsatta försök med automatisk lokalregistrering kommer att genomföras med färgbläckskrivaren under 1971.

De möjligheter som en grafisk redovisning ger har således prövats genom flera olika tillämpningar i översiktlig riks-, region- och generalplanering, i detaljplanering, byggnadsprogram och projektering samt i använd-

ningsstudier med varierande teknisk utrustning. Dataprogram för stapeldiagram, prickdiagram, kurvdiagram, nätverk, isaritmkartor, ytkartor och perspektiv finns tillgängliga och ska överlämnas till de institutioner och myndigheter som lämnat dataunderlag för de genomförda tillämpningarna.

Intresset för grafisk redovisning har vuxit starkt i samband med att linjeorienterad ritutrustning blivit allt mera utnyttjad vid landets datacentraler.

Grafiska redovisningsformer utan hjälp av datateknik har tidigare visats vara överlägsna tabellformer för redovisning av rumsliga sammanhang i byggelseplaneringen. Användningsområdet för grafisk informationsbehandling ska kunna vidgas betydligt utöver de exempel som behandlats i detta sammanhang.

7 LITTERATUR

- Anderson T.R.: Layout Planning for Minimum Circulation Cost. Dept of Civil Engineering, University of Washington Seattle 1964
- Bergström L.A. 1969: Grafisk databehandling i byggnadsplanering. Byggnadsfunktionslära Lunds Universitet, Lund 1969
- Bergström L.A. 1970 a: Computer Graphics in Planning 1 Research Outline, Building Function Analysis, University of Lund 1970
- Bergström L.A.-Wissler B. 1970: Opublicerad tillämpning av grafisk redovisning med data från planverkets strandinventering. Byggnadsfunktionslära. Lunds Universitet, Lund 1970
- Bergström L.A.-Jern M. 1970: Unpublished application of regional data in grid nets from the Skåne Regional Institute. Building Function Analysis, University of Lund 1970
- Bergström L.A. 1970 b: Computer Graphics in Planning 4 Applications in City Planning and Analysis. Building Function Analysis, University of Lund 1970
- Bergström L.A.-Wissler B. 1970 b: Opublicerad tillämpning av grafisk redovisning av data från folk- och bostadsräkning i områden för Stockholmsregionen. Byggnadsfunktionslära Lunds Universitet 1970
- Bergström L.A. 1970 c : Computer Graphics in Planning 3 Applications in Water Quality Studies, Building Function Analysis, University of Lund 1970
- Bergström L.A. 1971 a: Computer Graphics in Planning 5 Perspectives in planning and project design. Building Function Analysis, University of Lund 1971
- Bergström L.A. 1971 b: Grafisk informationsbehandling - försöksverksamheten med koordinatsatta register i Lund. Byggnadsfunktionslära. Lunds Universitet, Lund 1971
- Bergström L.A.-Åberg G. 1971: METAKOD Metoder för användningsstudier med koordinatsatta data. Byggnadsfunktionslära, Lunds Universitet, Lund 1971
- Buffa E.S., Armour G.L., Vollman T.E.: Allocating Facilities with CRAFT. Harward Business Review, Vol. 42, No 2 1964.
- Calkins H.: Operations Manual for Street Address Conversion System. Urban Data Center, University of Washington 1965
- Chess J.: Span Reference Manuel, Graphic Display System. TM Series, System Development Corporation, March 1966.
- Cole A. 1970: Datateknik i planlösningsarbete. Institutionen för arkitektur Lunds Universitet, Lund 1970
- Crawford R.J.: Utility of an Automated Geocoding System for Urban Land Use Analysis Urban Data Center University of Washington, Seattle 1967
- DeLos F. DeTar (editor) 1969: Computer Programs for Chemistry. Vol. III. Florida State University 1969

- Design and the Computer. Design Quarterly 66/67. Minneapolis 1967
- En databank för fysisk översiktsplanering
Stockholmstraktens regionplane kontor 1969:3 Stockholm 1969
- Engwall U.-Larsson E. 1958: Koordinatangivningsmetoder för samhällsplaneringen, Byggforskningen 104/54 Stockholm 1964
- Erikson B.-Nilsson L.E. 1969: MAGNETOVISON - Utveckling av system för överföring av data från dator till oscilloskopskärm. Vägbyggnad Chalmers, Göteborg 1969
- Faiman M.-Nievergalt J. (editors): Pertinent Concepts in Computer Graphics Proceedings of the Second Conference on Computer Graphics. University of Illinois 1969
- Fetter W.: Computer Graphics in Communications Engineering Graphics Monograph Series, New York 1969
- Galimberti R.-Montonari U. 1969: An algorithm for hidden line elimination. CACM. 1969
- Gaits G.M.: Thematic Mapping by Computer The Cartographic Journal, June 1969
- Gruenberger F.: Computer Graphics, Utility/Production/Art. Academic Press, London 1967
- Horwood E.M.: Computer Applications to Urban Planning and Analysis, Examples and Prospects IFIP Congress, Edinburgh 1968
- Hägerstrand T. 1955: Statistiska primäruppgifter, flygkartering och data processing - maskiner. Ett kombineringsprojekt - Svensk geografisk årsbok 1955
- Interactive Graphics in Data Processing IBM Systems Journal Volume Seven Numbers Three and Four 1968
- Justitiedepartementet 1967:2: Försöksverksamhet med koordinatmetoden. Bilaga till fastighetsregisterutredningens betänkande: Fastighetsregistrering (SOU 1966:63)
- Kruger P.C.: An interactive, user-oriented computing system for data analysis and display. Urban Data Center University of Washington 1969
- Lang J.: Computer-Aided Sequential Experience Modelling. Dept of Regional Planning, Cornell University, Ithaca 1967
- Lindberg G.-Hellberg J. 1968: EFYSOC Egenskapsredovisning av fysisk och social omgivning. Byggnadsfunktionslära Lunds Universitet Lund 1967
- Nordbeck S.: Framställning av kartor med hjälp av siffermaskiner. Byggforskningen, Lund 1964
- Nordbeck S. 1969: Koordinatsatta data och automatisk tätortsavgränsning. Byggforskningen 31/69 Stockholm 1969
- Nordbeck S.-Rystedt B. 1969: Computer Cartography, Shortest Route Programs, Lund Studies in Geography. University of Lund 1969
- Nordbeck S.-Rystedt B. 1971: Population Maps and Computerized Map Construction. Building Function Analysis, University of Lund 1971

Rickert J.:(editor) Urban and Reginal Information Systems: Service Systems for Cities. Papers from the Seventh Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association Center for Urban Regionalism Kent State University 1969

Salomonson O. 1970: Offentliga dataregister. Stockholm 1970

Siders (editor): Computer Graphics, A Revolution in Design American Management Association New York 1966

Souder F.-Clark W.: Planning for Hospitals - A systems Approach Using Computer-Aided Techniques Chicago 1964

Sutherland I.E.: Computer Graphics. Datamation, May 1966

Watkins G.S.: A real-time visible surface algorithm. Computer Science, University of Utah, Salt Lake City 1970

INSTITUTIONEN FÖR BYGGNADSFUNKTIONSLÄRA
TEKNISKA HÖGSKOLAN I LUND

FACK 725

220 07 LUND 7

INSTITUTIONSFÖRESTÅDARE: PROFESSOR CARIN BOALT

